



Doctoral Thesis

Eine Abfragesprache für die Geometrie von Rasterelementen für die rasterorientierte Kartographische Mustererkennung und Datenanalyse

Author(s):

Frischknecht, Steffen

Publication Date:

1999

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-002031553> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Dissertation ETH Nr. 12979

**Eine Abfragesprache für die Geometrie von
Rasterelementen für die rasterorientierte
Kartographische Mustererkennung und Datenanalyse**

Abhandlung

zur Erlangung des Titels

Doktor der technischen Wissenschaften
der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von

Steffen Frischknecht
Dipl. Kultur-Ing. ETH Zürich

geboren am 12. Februar 1970
von Schwellbrunn (AR)

angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. Alessandro Carosio, Referent
Prof. Dr. Matthäus Schilcher, Korreferent

1999

Abstract

This dissertation deals with new possibilities for the raster-based processing of topographic maps and presents raster-oriented approaches for the structuring, management, and analysis of the contents of raster maps. The research lies at the intersection of themes from geo-information systems, cartography, and pattern recognition and concerns aspects of data acquisition, the use of pattern recognition, and data analysis in raster-based geo-information systems.

The main areas of investigation are the segmentation and computation of the features of raster elements and the development of a query language for their geometry. The segmentation process isolates and encodes single coherent areas in a binary raster image and is based upon a run length encoded data structure, which allows simple management of and access to isolated raster elements. Geometrical features, such as area, perimeter, and coordinates of the centre of gravity, are computed for every raster element and stored in a multidimensional feature vector. A query language, similar to the well-known database language "SQL" and enhanced by the addition of newly developed language elements, facilitates access to the values of the computed features. This allows an interactive and intuitive classification and analysis of the content of single colour layers in the Swiss topographic map. The new language elements permit the following:

- the re-use of the results of a previous query
- the visual display of the query result
- the processing of so-called complex queries, which are collections of multiple single queries

The application of the query language proves to be a tool suitable for pattern recognition and data analysis. The clear extent of the query language and its similarity to "SQL" allow the user to quickly formulate desired queries. The re-use of a query result is important for pattern recognition and allows the verification of intermediate results of simple queries. The simple queries are then combined and used as a complex query which is stored as a keyword for a pattern. The segmentation process, the computation of features, and the query functionality are implemented in the prototype software *RaQueL* (**Raster Query Language**).

The results obtained show that structured raster data makes possible the direct recognition of patterns and direct analysis of data from the original raster image, as well as the combination of familiar digital image processing methods with the new segmentation techniques and query language. The approach presented is suitable for data

acquisition, as well as for the possible management of structured raster data in geo-information systems. From this we may conclude that more intensive efforts should be made to study the potential of structuring and analyzing raster data, which might allow the realization of genuinely hybrid geo-information systems that can manage both vector and raster data at the same time.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit neuen Möglichkeiten der rasterbasierten Verarbeitung von gescannten Topographischen Karten. Dabei werden rasterorientierte Ansätze für die Strukturierung, Verwaltung und Analyse von Rasterkarteninhalten aufgezeigt. Die Arbeit ist im Schnittpunkt der Themenbereiche Geo-Informationssysteme, Kartographie und Mustererkennung zu positionieren. Im speziellen beschäftigt sie sich mit Aspekten der Datenakquisition durch Mustererkennung und mit der Datenanalyse im Hinblick auf rasterbasierte Geo-Informationssysteme.

Kernpunkte der Untersuchungen sind die Segmentierung, die Berechnung von geometrischen Merkmalen und eine Abfragesprache für die Geometrie von Rasterelementen. Die Segmentierung isoliert und codiert einzelne zusammenhängende Flächen eines Binärbildes im Rasterformat. Sie basiert auf einer laulängencodierten Datenstruktur, die eine einfache Verwaltung und den Zugriff auf die einzelnen Rasterelemente erlaubt. Für die isolierten Rasterelemente werden geometrische Grössen (Flächeninhalt, Umfang, Schwerpunktskoordinaten etc.) berechnet und in einem mehrdimensionalen Merkmalsvektor gespeichert. Der Zugriff auf die Werte der berechneten Merkmale wird durch eine Abfragesprache ermöglicht, die sich an die aus der Datenbanktechnologie bekannte Abfragesprache «SQL» anlehnt. Die Abfragesprache wird durch eigene Sprachelemente ergänzt, die in «SQL» nicht vorhanden sind. Dies ermöglicht eine interaktive und intuitive Klassifizierung und Analyse von Inhalten einzelner Farbauszüge der Topographischen Karte der Schweiz. Die neuen Sprachelemente erlauben

- die erneute Abfrage des Resultats der vorherigen Abfrage
- die visuelle Darstellung des Abfrageresultats
- die Verarbeitung von sogenannten komplexen Abfragen, die sich aus mehreren einzelnen Abfragen zusammensetzen

Die Verwendung einer Abfragesprache hat sich als geeignetes Werkzeug für die Mustererkennung und Datenanalyse erwiesen. Der überschaubare Sprachumfang sowie eine an «SQL» angelehnte Syntax erlauben es einem Benutzer, sehr schnell die gewünschten Abfragen zu formulieren. Dabei spielt vor allem in der Mustererkennung die Möglichkeit der Weiterverwendung eines Abfrageresultats eine wichtige Rolle. Sie erlaubt eine Überprüfung von Zwischenresultaten einfacher Abfragen. Die einfachen Abfragen lassen sich danach kombinieren und als komplexe Abfrage durch einen Musterschlüssel aufrufen. Die Segmentierung, die Merkmalsberechnung und die

Abfrage sind in der Prototypsoftware *RaQueL* (**R**aster **Q**uery **L**anguage) implementiert worden.

Die erreichten Resultate zeigen verschiedene Möglichkeiten auf, die durch strukturierte Rasterdaten erschlossen werden. Es handelt sich dabei um die direkte Erkennung von Mustern, um die direkte Datenanalyse im Rasterbild und um die Kombination von bekannten Operationen der digitalen Bildverarbeitung mit der in der Arbeit vorgestellten Segmentierung und Abfrage. Die Ansätze und Resultate zeigen auf, dass sich strukturierte Rasterdaten für die Datenakquisition eignen und dass sie in dieser Form auch für den Gebrauch in Geo-Informationssystemen verwaltet werden können. Daraus leitet sich die Forderung ab, dass eine intensivere Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten der Strukturierung, Verwaltung und Analyse von Rasterdaten stattfinden sollte. Dies soll die Realisierung von tatsächlich hybriden Geo-Informationssystemen ermöglichen, die Vektor- und Rasterdaten gleichzeitig verwalten können.